



TMT, 抢占天文科技制高点

严俊

天文科研的国际盛宴

本报记者 牛瑞飞

1609年,伽利略用风琴管作镜筒,两端嵌入凸透镜和凹透镜,制成一架口径4厘米的望远镜,由此成为人类历史上把望远镜对准茫茫太空的第一人,并推动了人类认识宇宙的第一次飞跃。

400多年后,由美国、加拿大、日本、印度及中国等积极参与的TMT天文科研项目,将把光学望远镜的口径提升至30米,并有望成为人类认识宇宙的又一次飞跃中的重要工具。

引用一位中国天文学家的比喻:TMT项目就像一场天文科研的国际盛宴,即将举全球之力配餐,终将让人类共享成果。

“两暗一黑三起源”

探索宇宙奥秘的好奇心是天文学发展的源泉。16至17世纪,人类认识宇宙发生了第一次飞跃,天文学取得了划时代的进展:哥白尼日心说的提出、望远镜的发明以及牛顿力学的创立,促进了自然科学的革命,推动了数学和力学的发展。20世纪中叶以来,随着射电、光学和空间天文观测技术的突飞猛进,天文学特别是天体物理学发生了革命性变革。

天文学的革命,从天文望远镜开始。人类不断地研制新设备,观测更多、更远、更暗的天体和天体中更精细的结构,以了解宇宙和天体的发生和发展规律。

望远镜口径从小到大,从可见光到全电磁波段、从地面到空间,每一次突破都导致天文学的重大发现和人类对宇宙认识的飞跃。

据中国科学院国家天文台台长严俊介绍,本世纪全球天文学挑战性的基本科学问题概括为“两暗一黑三起源”:两暗,即暗能量、暗物质;一黑,即黑洞;三起源,即宇宙起源、天体起源、生命起源。

为解决“两暗、一黑、三起源”问题,近十多年来国际上的一系列大型的先进设备相继投入使用,包括口径10米级的光学望远镜、口径2.4米的哈勃空间望远镜、高灵敏和高空间分辨率的空间紫外、红外、X射线和γ射线望远镜、地面和空间长基线射电望远镜等。

由于大口径是高空间分辨率和大的集光能力的基本条件,以获得更高的分辨率,能观测更加暗弱遥远的天体,以解决最前沿的科学问题,建造极大口径巨型光学—红外望远镜项目已成为国际天文界的共识。

目前全世界提出了多个巨型望远镜计划。这些巨型望远镜的特点是:口径20至50米;主镜由子镜拼接而成;观测波段从近紫外到红外;有自适应光学系统,在近红外区达到衍射极限。

这些方案中,有3个正在设计和研发,有的已进入建设准备阶段,即美国的巨型麦哲伦望远镜(Giant Magellan Telescope,简称GMT)、TMT和欧洲巨型望远镜(European Extremely Large Telescope,简称E-ELT)。

天文学家计划于2020年前后,分别把TMT(30米口径)、GMT(24.5米口径)和ELT(口径42米)分别建于地球北半球和南半球,届时,人类天文研究将进入巨型望远镜时代。

呼唤全球合作

三大方案中的TMT项目被不少国际科研机构看好。TMT由美国和加拿大发起,通过创新模式设计、建造和运行的一座地基巨型光学—红外天文台计划,其核心望远镜,即TMT的主镜面直径为30米,将于2020年建成,安放在国际著名的优良天文台址——美国夏威夷莫纳克亚山顶。

与哈勃空间望远镜相比,TMT的空间分辨率提高1个数量级,探测深度最高可提高4个数量级。其强大的洞察宇宙的能力必将引发天文学研究的飞跃发展,在揭示暗物质和暗能量的本质、探测宇宙第一代天体、理解黑洞的形成与生长、探测太阳系外行星等前沿科学领域必将取得重大突破性进展。

但像TMT这样超大型项目,其巨额的投资、先进的技术、苛刻的观测台址,使得国际合作成为必要条件。

在技术方面,TMT采用主动光学共相拼接镜面、大视场自适应光学以及包括红外探测在内的先进终端设备,使其观测效能达到30米口径衍射极限。TMT项目已经历10多年设计与发展阶段,其研发团队开展了长期的关键技术攻关和优化设计研究。该团队主要包括美国和加拿大56所大学和国立研究机构的446名科研与技术专家,以及29个美欧高技术公司企业。

目前,TMT已进入项目建设准备阶段,计划于2013年开工建设,预计2020年前后建成投入使用,项目投资概算约为14亿美元,其中美国加州大学和加州理工学院已募集投资3亿美元,其他建设和运行经费将来源于美国政府科研资金和国际合作伙伴资金。据介绍,包括中国科学院国家天文台在内,加拿大大学联合会、日本国立天文台和印度科技部等国际科研机构和政府科研管理部门,即将签署一份合作意向,成立TMT项目国际合作董事会,共同筹集资金来研发、建设、运行、管理和使用TMT。



图为位于美国夏威夷大岛海拔4213米的莫纳克亚山顶的天文观测台,TMT项目将在此落户。 本报记者 牛瑞飞摄

电子信箱
gjzk@pd.people.com.cn

分享机遇

陈建生

天文学是当代自然科学的核心学科和前沿学科之一。未来十年,国际天文学发展将进入一个以空间大型望远镜、地基30米级光学—红外(如TMT)望远镜以及地基亚毫米波阵列三大主力设备所主导的时代。

TMT作为一个21世纪最强大、最先进的光学—红外望远镜,其无与伦比的成像与光谱探测能力可为我国天文学家提供一个前所未有的科学发现平台。中国科学家有望自主取得令世界瞩目的重大发现,一改过去只能充当旁观者的尴尬地位。

参加TMT,有望给中国科学发展、工业进步、社会发展带来诸多机会,也使中国人有望分享每一次中国科学家重大发现所带来的荣誉和自豪。

科学前沿

TMT计划在2020年左右实现,届时正值我国天文学家利用郭守敬望远镜完成数以亿计的天体光谱巡天,必将有许多重要发现,迫切需要30米级望远镜进行更深入的观测研究。届时又恰逢我国500米射电望远镜建成投入运行,巨型光学望远镜与巨型射电望远镜的完美结合,使我国天文学家拥有强大的探索宇宙的利器,参与解决宇宙起源及其物质组成、暗物质和暗能量的本质、寻找太阳系外行星、遥远星系星族研究等天文学最前沿课题,并在当代理论物理重要领域(如广义相对论效应)取得突破性进展。

技术创新

TMT项目代表了当今天文望远镜研制的最高技术水平。天文望远镜集中了光学玻璃的浇铸、精密光学加工与检测、大型机械装备的高精度加工、计算机控制系统及光电接收系统、微位移检测与控制、高频变形镜面和探测器等当代高新技术的最新成果。

目前与TMT项目开展预研合作的很多公司和研究机构都在该领域具有国际领先水平,如美国的喷气推进实验室(JPL)、劳伦斯伯克利国家实验室、法国FOGALE研究所、日本三菱公司等。天文技术交流与合作开放,通过人才交流、技术合作和承担部分研制工作的方式培养和锻炼人才队伍。

工业进步

应用于巨型望远镜的先进技术也将广泛应用于关乎国计民生的高精尖战略领域。

例如,TMT自适应光学技术中的激光引导星、大规模波前探测器和校正器等技术,可促进我国深空自由空间光通讯等所需要的大规模自适应光学系统相关单元器件的研制;参与红外探测器及光谱仪器的开发和定标,有利于带动国内全波段红外定标与测量技术的进步,在卫星气象预报、资源遥感勘察、医学成像诊断等战略领域取得突破性进展。我国工业、企业界对TMT有很高的兴趣,如联想公司已表达了让世界顶级望远镜使用自己的产品的强烈兴趣。

队伍建设

中国加入TMT对海外杰出天文人才是巨大的吸引力,事实上在其酝酿阶段已经引起了海内外众多天文学家的强烈兴趣和积极参与。由于TMT将会在本世纪领先至少30年,这将为我国几代天文学家持续成长、跻身国际研究前沿创造有利条件;在国际合作的实践中学习、总结与发展巨型望远镜及尖端设备相关的国际先进技术,有利于我国光电领域技术人员掌握核心技术,增强自主创新能力,为今后的大项目、大工程储备人才。

我国将与TMT进行全方位多层次的人员交流,TMT各子系统都将有技术骨干在中国工作,也欢迎中国科技人员到国际相关机构参与研制的全过程。

管理经验

预算高达10多亿美元的TMT建设,拥有一支科学、高效、精干的大科学项目管理团队来进行运作。这样一支管理队伍,能使项目运作更标准化,最大限度地避免了各种失误,从而更有效地使用项目的各种资源,使项目更高效地按计划完成。

这样的大科学项目管理经验正是我国一直以来所欠缺的。通过参与TMT的建造、管理和运行,我们可以在实践中学习和掌握这种管理模式,为我国将来的大科学工程积累宝贵的管理经验。

社会效益

先进的巨型科学装置TMT的建成将是人类的骄傲,它为全世界科学家提供长期合作的平台,在探索宇宙奥秘、回答人类共同关心的重大科学问题的进程中,增进友谊,为世界和平事业做出贡献。同时,探索宇宙发展规律是建立正确宇宙观的基础,中国加入TMT对于提升民族科学素养会有一定的促进作用。

(作者为中国科学院院士)



将于2020年前后建成的TMT项目外观设计图。

图片来源:TMT项目官方网站

七大科学领域有望获突破

毛淑德

进入新世纪,人类面临探索宇宙的更大挑战与机遇:要阐明宇宙起源及其物质组成、揭示暗物质和暗能量的本质、寻找地外生命与文明等自然科学最重大的基本问题。TMT的探测深度将是当代望远镜的10—100倍,空间分辨率则是哈勃空间望远镜的12倍,其强大的宇宙洞察能力必将引发天文学研究的飞跃发展。TMT的设计者期望在其建成后将在以下七大前沿科学领域取得重大突破性进展。

系外行星探测和性质的研究

寻找地球以外适合人类生存的环境一直是人类的梦想。20世纪末,人类首次在系外主序恒星飞马座51号周围探测到行星的存在。TMT独特的视向速度精度和直接成像技术,可以探测到太阳系外行星系统从轨道周期几天到几百年的行星,如此完整的样本对于行星系统的形成理论以及统计力学研究具有重要意义,由此可以进行比较行星学研究,进一步探索可居住行星的普遍性,这对研究生命起源与繁衍具有重要意义。

基础宇宙学

寻找暗物质粒子、研究暗能量的物理本质、探索宇宙起源及演化的奥秘,结合了粒子物理和宇宙学两大学科的研究已成为21世纪天文学和物理学的一个重要趋势。世界各国都在组织力量,积极开展理论研究,策划(天体)粒子物理实验和大规模天文巡天项目,以推动这一重大交叉学科的发展。TMT因具有从光学到近红外波段的

极其强大的观测能力,将在宇宙学研究的前沿发挥关键作用。

黑洞的形成和演化

过去20年中在黑洞领域的重大发现之一是观测证明在近邻的正常星系中心存在大质量黑洞。这一发现证实了在上个世纪60年代提出的在近邻宇宙中存在类星体遗迹的预言。目前,通过恒星或气体动力学的方法,人类已经测量了近50个近邻星系内的中心黑洞质量。

TMT的大口径、高空间分辨率、三维成像光谱观测能力、高精度的天测能力将在近邻宇宙中黑洞探测、银河系中心黑洞、高红移黑洞和活星系核等相关领域产生极大的推动作用,并可能伴随着对黑洞物理解释的重大突破。

恒星形成

恒星形成是现代天文学的关键问题。恒星形成导致了宇宙中绝大部分可观测结构和重元素的起源。要科学地理解恒星和它所构成的星系,我们要研究有关恒星形成中尚未解决的基本问题:恒星形成与环境的关系,恒星形成的效率,以及恒星形成在星系演化中的作用。通过观测银河系、近邻宇宙和高红移宇宙里恒星形成过程尤其是各系统的年轻星体,TMT对回答上述问题将有重大甚至革命性的贡献。

星系的形成和演化

尽管近20年来人类对于星系的研究取得了许多重要进展,但星系的形成

和演化理论仍面对一些严峻挑战。有了TMT,它的深度光谱数据将允许我们探讨整个宇宙历史中的星系特征,以及它和暗物质成分、气体分布之间的关系。我们可以在非常高的精度上研究邻近宇宙的物质分布,可以极大地丰富我们对于星系恒星形成触发、演化及中止这一整体过程的认知,研究宇宙极早期的星系形成活动。

银河系研究

银河系的年龄表明,它在宇宙很早期就形成了,因此我们可以期望利用TMT在银河系中寻找第一代恒星和银河系早期的演化历史,并为宇宙年龄提供下限。

利用TMT,我们可以得到非常高分辨率的恒星光谱,这对研究恒星中许多元素的同位素丰度非常有益,进而对更好地理解元素核合成、中子俘获过程在银河系早期的相对贡献和确定宇宙中锂同位素的产生与演化等重要天体物理学问题具有重要的作用。

原初光源及宇宙再电离

探知宇宙最早期的“原初光源”是现代观测宇宙学中最激动人心的课题之一。但目前世界上最大型的设备已无法胜任这种工作。而TMT有无与伦比的集光能力、空间分辨率和光谱分辨率,使我们有可能看到宇宙的第一代恒星形成之初,研究宇宙最早期的星系、大质量黑洞的形成历程,在下一代大型设备对极高红移宇宙的研究前沿中显露特色。

(作者为中科院国家天文台星系宇宙学部主任)